

# *Análisis de convergencia de las regiones de la zona euro (1990-2010)*

Desde el nacimiento de la Unión Económica y Monetaria (UEM), se han implantado políticas en los diferentes países miembros de la Unión Europea (UE) para conducirlos hacia la convergencia económica. Analizamos la convergencia de las 174 regiones que existen en los 17 países de la zona euro en el periodo 1990-2010. Especificamos un modelo econométrico espacio-temporal, utilizando las hipótesis de beta-convergencia condicionada y de sigma-convergencia. Las variables dependientes del modelo son el PIB per cápita y la productividad y las variables explicativas son variables económicas reales. Encontramos que existe beta-convergencia entre los países de la zona euro en términos de PIB per cápita, pero divergencia en términos de productividad, si bien las pautas se producen sólo a nivel de país. Es decir, se confirma nuestra hipótesis de que son las pautas a escala país las que conducen a la hipotética convergencia y que el comportamiento desfavorable de la productividad se debe, sin duda, a un diferente comportamiento de la población activa entre los diferentes países de la zona euro.

*Ekonomia eta Moneta Batasuna jaio zenetik, Europar Batasuneko herrialde bakoitzak bere politikak ezarri ditu konbergentzia ekonomikoa lortzeko. 1990-2010 aldian 17 herrialdez osatutako batasunak biltzen dituen 174 eskualdeen konbergentzia aztertuko dugu. Espazio-denborazko eredu ekonometrikoa zehaztu dugu, beta-konbergentzia baldintzatua eta konbergentzia-sigma hipotesiak erabiliz. Ereduaren aldagai dependenteak BPG per capita eta produktibitatea dira, eta aldagai esplikatioak, berriz, aldagaia ekonomiko errealak dira. Euro-guneko herrialdeetan beta-konbergentzia ikusten dugu BPG per capitari dagokionez, baina produktibitateari dagokionez dibergentzia dago, nahiz pautak herrialde mailan bakarrik gertatzen diren. Hau da, berretsita geratzen da gure hipotesia; herrialde-mailako pautak direla dira konbergentzia hipotetikora garamatzenak eta produktibitatearen portaera txarra, dudarik gabe, euro-guneko herrialdeetan biztanleria aktiboaren jokabide ezberdinaren ondorio dela.*

Since the birth of Economic and Monetary Union (EMU), policies have been implemented in the Member States of the European Union (EU) to lead them towards economic convergence. This article analyses the convergence of the 174 regions that exist in the 17 euro-zone countries in the years from 1990 to 2010. The article specifies a space-time econometric model using the hypotheses of conditioned beta-convergence and sigma-convergence. The dependent variables of the model are per capita GDP and productivity and the explanatory variables are real economic variables. Beta-convergence is found to exist between the countries of the euro-zone in terms of per capita GDP, but there is divergence in terms of productivity, though only at country level. In other words, the hypothesis is confirmed that it is guidelines at country level that lead to hypothetical convergence and that the unfavourable performance of productivity is due, without doubt, to differences in behaviour between the active populations of the different euro zone countries.

**Laia Maynou<sup>1</sup>**  
*Universitat de Girona*

**Marc Saez**  
*CIBER de Epidemiologia y Salud Pública (CIBERESP)*

**Jordi Bacaria**  
*Universitat Autònoma de Barcelona*

201

## Índice

---

1. Introducción
2. Un análisis empírico de convergencia
3. Resultados
4. Conclusiones

Referencias bibliográficas

Palabras clave: Euro zona, beta-convergencia, sigma-convergencia, núcleo-periferia.

Keywords: Eurozone, beta-convergence, sigma-convergence, core-periphery.

Clasificación JEL: E17, C32, R11.

---

## 1. INTRODUCCIÓN

### *La convergencia económica*

El concepto de convergencia, en el sentido más general, significa la reducción y la equiparación de las disparidades (Paas *et al.*, 2007). La convergencia es un fenómeno real y a largo plazo que se relaciona muy directamente con los procesos de crecimiento, es decir, existe convergencia cuando los niveles de desarrollo o bienestar, entre dos o más países, tienden a aproximarse (Barro y Sala-i-Martin, 1991).

Existen dos hipótesis de convergencia, la convergencia absoluta y la condicionada (Paas *et al.*, 2007). En la hipótesis de convergencia absoluta, la renta per cápita de los países o regiones converge una con la otra a largo plazo sin tener en cuenta las condiciones iniciales. Los países y regiones pobres tienden a crecer más rápido que

---

<sup>1</sup> Laia Maynou es becaria predoctoral de la Generalitat de Catalunya (FI-2011), cuya financiación agradecen los autores.

los ricos y existe una relación negativa entre la media de la tasa de crecimiento y los niveles iniciales de renta. Se asume que todas las economías convergen al mismo estado estacionario.

Por otra parte, la hipótesis de convergencia condicionada asume que la renta por cápita de los países o regiones converge la una con la otra, a largo plazo, siempre que las características estructurales (por ejemplo: tecnología, capital humano, instituciones, tasa de crecimiento de la población, preferencias, tasa de mortalidad infantil) sean idénticas. En la convergencia absoluta, las condiciones iniciales, eran irrelevantes. No obstante, para la convergencia condicionada, el equilibrio varía en función de cada economía, y cada una se aproxima a su único equilibrio. Es decir, la realidad sugiere que existe convergencia condicionada si la relación negativa entre las rentas per cápita inicial y sus tasas de crecimiento se mantienen, solo después de controlar las características estructurales (ver también Mankiw, 1995).

### *Beta y sigma convergencia*

El instrumento tradicional y ampliamente utilizado para medir la convergencia es el análisis de beta-convergencia (regresión del nivel inicial de crecimiento). El punto de partida de la beta-convergencia fueron los estudios de Baumol (1986) y el concepto se hizo popular desde ese momento (Barro y Sala-i-Martin, 1991; Barro y Sala-i-Martin 1992; Sala-i-Martin, 1996). La beta-convergencia se define como la relación negativa entre el nivel de renta inicial y el crecimiento posterior de la renta. Si los países pobres crecen más rápido que los países ricos, debería haber también una correlación negativa entre el nivel inicial de renta y la tasa de crecimiento.

El modelo general de la hipótesis de beta-convergencia fue originalmente especificado como un modelo de corte transversal:

$$g_T = \alpha + \beta y_0 + u \quad u \sim N(0, \sigma_u^2 I) \quad [1]$$

donde  $g_T$  denota el vector (variable dependiente) de la media de la tasa de crecimiento en el periodo  $(0, T)$ ;  $y_0$  es el vector (variable dependiente) en el momento inicial,  $u$  es el termino de perturbación, distribuido como una normal de media cero y homocedástico ( $\sigma_u^2$  es una constante); y  $\alpha$  y  $\beta$  denotan parámetros desconocidos.

Según esta hipótesis, existe beta-convergencia si el valor estimado para  $\beta$  es negativo y estadísticamente significativo. La primera ecuación [1] hace referencia a la convergencia absoluta, donde se asume que hay una correlación negativa entre el nivel inicial de la variable dependiente y la tasa de crecimiento de la misma. No obstante, es más razonable suponer que existe una correlación negativa entre la tasa de crecimiento y la distancia de la variable dependiente en relación a su estado estacionario (convergencia condicionada). Por esta razón, se especifica la versión condicionada de la  $\beta$ -convergencia como:

$$g_T = \alpha + \beta y_0 + X\gamma + u \quad u \sim N(0, \sigma_u^2 I) \quad [2]$$

donde  $X$  corresponde a la matriz de variables explicativas; y  $\gamma$  corresponde a los parámetros asociados desconocidos.

Otro instrumento utilizado para medir la convergencia, y que se ha hecho popular desde el trabajo de Quah (1993), es la sigma-convergencia. Él mostró que la tradicional relación del nivel de crecimiento inicial, no daba una respuesta clara a la convergencia, ya que la relación tendía a ser negativa si las diferencias en la renta no se habían reducido. Según su hipótesis, existe sigma-convergencia si la dispersión y las desigualdades entre países bajan con el tiempo. Por lo tanto, es interesante utilizar este instrumento, ya que responde directamente a si la distribución de la renta entre las economías está resultando ser más igualitaria.

La convergencia económica ha suscitado, en los últimos años, un auge en la literatura para intentar explicar el acortamiento de las distancias entre países. Existe una amplia literatura sobre convergencia en renta, que utiliza el PIB per cápita como variable para mostrar el bienestar de los individuos. Diferentes autores han investigado la convergencia económica entre países, utilizando en muchos casos la beta-convergencia en términos de PIB per cápita (Barro y Sala-i-Martin, 1992; Mankiw *et al.* 1992; Barro y Sala-i-Martin, 1995; Quah, 1996; de la Fuente, 1997). No obstante, estos estudios no muestran ninguna prueba clara de convergencia absoluta entre países. En todo caso, la evidencia sugiere que los países ricos tienden a crecer más rápido que los pobres (Becker *et al.*, 2003).

### ***Unión Económica y Monetaria***

La Unión Económica y Monetaria (UEM) tiene unas características originales por cuanto se desarrolla a partir del Tratado de la Comunidad Europea (el actual Tratado de la Unión Europea) y el objetivo es que formen parte de ella todos los países de la Unión Europea (UE). El único precedente de unión monetaria que ha existido entre países europeos fue el de la Unión Monetaria Latina (UML) formada el 1865 por Francia, Bélgica, Italia, Suiza y Grecia (1868). La UML no tuvo una construcción institucional como la que ha alcanzado la Unión Europea. La UML fue una Unión bimetálica, basada inicialmente en la plata y luego en oro. Aunque la Unión sobrevivió hasta 1925, no se considera un éxito debido a los altos déficit públicos en los que incurrieron algunos países miembros y al intento de exportar inflación al resto de países (Bae y Bailey, 2003). Sin embargo, a pesar del fracaso de la UML, desde el Tratado Constitutivo de la Comunidad Económica Europea de 1957 (Tratado de Roma), un continuo proceso sobre nuevas bases ha impulsado la creación de una unión monetaria europea. Fue en 1970 cuando se redactó el Informe Werner, basado en la introducción gradual de la moneda única, que necesitaría diez años y acabaría con una moneda única y una única política monetaria. No obstante,

la idea no se llevó a cabo debido a la caída del Sistema de Bretton Woods (Ungerer, 1997). La inestabilidad cambiaria y monetaria que sucedió a la caída del sistema de tipos de cambios fijos de Bretton Woods, obligó a la Comunidad Europea en 1979 a establecer el Sistema monetario europeo y el Mecanismo de tipo de cambio, que permitió una mayor estabilidad cambiaria, un avance en la integración económica, una convergencia en la estabilidad de precios y en la práctica un camino irreversible hacia la unión monetaria, considerada necesaria para evitar las devaluaciones competitivas incompatibles con el mercado único europeo.

Fue finalmente en 1989, con la publicación del Informe Delors, donde se establecieron las tres etapas que llevarían a la UEM. Este plan fue oficialmente adoptado en la Cumbre de Roma de 1990. En 1991 los Presidentes de los estados y de los gobiernos de la Unión Europea firmaron el Tratado de Maastricht, donde se establecieron los detalles para la introducción del euro, uno de ellos, el criterio de convergencia nominal (Bagus, 2010). La convergencia nominal basada en la convergencia en las tasas de inflación, los tipos de interés, el nivel de déficit público y de deuda pública en relación al PIB, obliga además a que como mínimo durante los dos años anteriores a formar parte de la moneda única no se produzca devaluación frente a la moneda de ningún otro Estado miembro, de los márgenes normales de fluctuación que establece el mecanismo de tipos de cambio del sistema monetario europeo. Se consideran márgenes normales el 2,25 % de apreciación o depreciación como máximo.

A pesar de la crisis del Sistema monetario europeo de septiembre de 1992, que mostró la dificultad de mantener los márgenes normales de fluctuación entre las distintas monedas, en situaciones de divergencia económica y con fuertes ataques especulativos, el crecimiento económico y los fondos de cohesión económica para los países con un nivel de renta media por debajo del 90 % de la renta de la UE, facilitaron las condiciones económicas para la moneda única. Pero también hubo un *momentum* político. Las condiciones económicas pudieron ser condiciones suficientes, sin embargo las condiciones necesarias fueron un pacto político entre Francia y Alemania. Francia apoyaba la unificación de Alemania, si a cambio Alemania renunciaba al marco para apoyar el euro, según Peer Steinbrück (ministro de finanzas del primer gobierno de Merkel). El derrumbe del muro de Berlín en 1989, sucedió algunos meses después de la presentación del Plan Delors. El plan de la moneda única estaba trazado, solo faltaba que se diesen las condiciones para el gran acuerdo franco-alemán y eliminar las reticencias políticas.

La UEM constituida en 1999 se basó en el pacto, entre los países candidatos de la Unión Europea, para adoptar una moneda única y un sistema monetario común. Para entrar en la UEM, los países candidatos tienen que cumplir unos requisitos basados en la convergencia nominal. Este criterio fue diseñado para garantizar que antes de entrar en la UEM, los países alcanzaran la convergencia económica (Lipinska, 2008) con el fin de cumplir con el requisito de tipos de cambio fijos e irrevocables. Algunos economistas sostienen que la convergencia nominal conduce gradualmente a la convergen-

cia real debido a la estabilidad de precios, la disciplina fiscal, la eliminación de los riesgos del tipo de cambio, la reducción de la incertidumbre, el estímulo a la inversión y al comercio internacional, lo que comporta un mayor crecimiento económico (Marelli y Signorelli, 2010; Buti y Sapir, 1998). Por lo tanto, debido a la afirmación anterior y al criterio de convergencia nominal de Maastricht, si los países consiguen convergencia nominal, estos deberían alcanzar gradualmente la convergencia real.

Sin embargo, de acuerdo con Hein y Truger (2002), aunque estos países consiguieron converger en términos nominales, al principio de la UEM, los países miembros mostraron, en los siguientes años, grandes diferencias en variables reales, como la productividad, el paro o el crecimiento del PIB. Estos autores atribuyen estas diferencias a la incompleta sincronización del ciclo económico de la euro zona y también a los diferentes antecedentes en tasas de inflación y estructuras del crecimiento de estos países.

La convergencia económica ha sido uno de los principales objetivos de la UEM, con la finalidad de conseguir una unión monetaria optima. Para alcanzar este objetivo, la UE ha puesto en marcha diferentes políticas económicas a lo largo de su historia, que han continuado una vez la UEM ha sido establecida en el marco de la UE. Estas políticas se han practicado a escala europea, con la finalidad de hacer convergir los Estado miembros que forman la euro zona.

En este artículo pretendemos averiguar si ha existido convergencia real condicionada en el sentido explicado anteriormente. Nuestra hipótesis es que las políticas implantadas por la UE han sido instrumentadas a escala estatal por cada uno de sus miembros, por lo que no esperamos un comportamiento diferenciado de las regiones respecto al estado al que pertenecen. Aún cuando, algunas de estas políticas, quizás la mayoría, fueron inicialmente diseñadas a escala regional.

Este artículo consta de cuatro secciones. Tras la introducción, en la sección dos, se desarrolla un modelo econométrico espacio-temporal, que sirve para analizar la convergencia económica de los países de la euro zona. En la tercera sección se analizan los resultados del modelo y en el último apartado, discutimos los resultados obtenidos.

## 2. UN ANÁLISIS EMPÍRICO DE CONVERGENCIA

### *Datos*

Nuestro interés es analizar la convergencia de las regiones de la euro zona. Por ello, solo consideraremos los diecisiete países de la Unión Europea (UE) que constituyen la euro zona. Tendremos datos de 174 regiones (nivel *NUTS II- Nomenclature of Territorial Units for Statistics*), correspondientes a diecisiete países de la UE, de 1990 a 2010 (Eurostat).

### Modelo econométrico

Hemos especificado un modelo espacio-temporal, utilizando la hipótesis de beta-convergencia condicionada. Se han utilizado como variables dependientes el PIB per cápita, en paridad de poder adquisitivo (GDPPC) (datos de 1995 a 2008), y la productividad, definida como el ratio entre el PIB per cápita (PPA) y la población activa (datos de 1999-2008). Con estas dos variables dependientes hemos creado dos modelos. La matriz de variables explicativas esta formada por diferentes variables económicas y sociales reales de la regiones de la euro zona. Este tipo de variables, a diferencia de las nominales, han sido ajustadas por inflación para poder evitar la influencia de cualquier cambio en el nivel de precios. Las variables utilizadas lo son a nivel regional, aunque hay algunas que lo son a nivel de país, debido a la dificultad de encontrarlas por regiones.

Variables regionales:

- *Emph*t: Empleo de alta tecnología. Empleo en tecnología y sectores de conocimiento intensivo a nivel regional (miles de trabajadores).
- *Sec*: Estudiantes de secundaria (porcentaje sobre el total de la población). Suma de los estudiantes del nivel dos (educación secundaria inferior o segunda etapa de la educación básica), de los estudiantes de nivel tres (educación secundaria superior) y de los estudiantes de nivel cuatro (educación post secundaria pero no terciaria) con respecto al total de la población.
- *Univ*: Estudiantes de universidad (porcentaje sobre el total de la población). Suma de los estudiantes del nivel cinco y seis (educación terciaria).
- *Unempl*: Tasa de desempleo (desempleados sobre la población activa). Promedio de la tasa de desempleo de hombres y mujeres.
- *Gc*: Formación bruta de capital fijo (FBCF). Mide el valor en millones de euros de las adquisiciones de activos fijos nuevos o existentes menos las cesiones de activos fijos realizados por el sector empresarial, los gobiernos y los hogares (Sistema europeo de cuentas). Esta variable macroeconómica muestra la inversión que se hace en la economía.
- *Youngunempl*: Tasa de desempleo juvenil (15-24 años). Promedio de la tasa de desempleo juvenil de hombres y mujeres.
- *Empf*: Tasa de actividad femenina.

Variables a nivel de país:

- *Exportaciones*: Tasa de exportación. La variable consiste en el cociente entre el valor de las exportaciones de bienes y servicios y el PIB del país.

- *Importaciones*: Tasa de importación. La variable se define como el cociente entre el valor de las importaciones de bienes y servicios y el Producto interior bruto del país.
- *Bpg*: Balanza comercial (bienes). Esta variable ha sido creada como resultado de la exportación menos la importación de bienes con respecto al PIB del país.
- *Pubexp*: Tasa de gasto público. Esta variable es el resultado de los bienes y servicios comprados por el Estado respecto al PIB del país.

Los dos modelos se han especificado de la siguiente forma:

#### *Producto Interior Bruto per cápita (PPA)*

$$\frac{GDPPC_{ijt} - GDPPC_{ijt-1}}{GDPPC_{ijt-1}} = \alpha_{ijt} + \beta_{ijt} \log(GDPPC_{ijt-1}) + \gamma_1 \log(density_{ijt}) + \gamma_2 \log(empl_{ijt}) + \gamma_3 \log(sec_{ijt}) + \gamma_4 \log(univ_{ijt}) + \gamma_5 \log(unempl_{ijt}) + \gamma_6 \log(gc_{ijt}) + \gamma_7 \log(youngunempl_{ijt}) + \gamma_8 \log(empf_{ijt}) + \gamma_9 \log(exports_{ijt}) + \gamma_{10} \log(imports_{ijt}) + \gamma_{11} bpg_{ijt} + \gamma_{12} \log(pubexp_{ijt}) + u_{ijt} \quad [3a]$$

#### *Productividad (Product)*

$$\log(product_{ijt}) = \alpha_{ijt} + \beta_{ijt} \log(product_{ijt-1}) + \gamma_1 \log(density_{ijt}) + \gamma_2 \log(empl_{ijt}) + \gamma_3 \log(sec_{ijt}) + \gamma_4 \log(univ_{ijt}) + \gamma_5 \log(unempl_{ijt}) + \gamma_6 \log(gc_{ijt}) + \gamma_7 \log(youngunempl_{ijt}) + \gamma_8 \log(empf_{ijt}) + \gamma_9 \log(exports_{ijt}) + \gamma_{10} \log(imports_{ijt}) + \gamma_{11} bpg_{ijt} + \gamma_{12} \log(pubexp_{ijt}) + u_{ijt} \quad [3b]$$

En los dos modelos el subíndice i indica región (nivel NUTS II); j país; y t tiempo.

Tanto el término independiente ( $\alpha$ ) como el coeficiente de interés ( $\beta$ ) tienen subíndices, ya que dejamos que sean efectos aleatorios. Es decir, permitimos que los coeficientes varíen entre los diferentes niveles (año, país o región). Cuando el coeficiente varía por región o país asumimos que son variables aleatorias gaussianas idénticas e independientes con una varianza constante. No obstante, si el efecto aleatorio varía anualmente, asumimos un camino aleatorio de orden 1 (incrementos independientes) para un vector aleatorio gaussiano (varianza constante). En la estimación inicial hemos dejado que el término independiente y el coeficiente  $\beta$  varíen en los tres niveles (Cuadro nº 1a y 1b).

#### *Ajuste espacio-temporal*

En los modelos 3a y 3b, el término de perturbación, aunque gaussiano, no está idéntica ni independiente distribuido. De hecho, cuando se tienen datos espaciales, como en nuestro caso, la variabilidad de la perturbación no es aleatoria. Existen dos



fuentes de extra-variabilidad (Lawson *et al.*, 2003, Barceló *et al.*, 2009): la más importante se denomina ‘dependencia espacial’ y es una consecuencia de la correlación entre áreas. Cuanto más cerca estén las áreas más similares serán; es decir mayor correlación o dependencia espacial entre ellas. Parte de esta dependencia no es en realidad estructural, sino consecuencia de variables omitidas en el análisis. La segunda fuente de extra variabilidad se denomina ‘heterogeneidad’ incorrelacionada o no espacial, debida a variables (no espaciales) que podrían influir en la variable dependiente (Lawson *et al.*, 2003, Barceló *et al.*, 2009).

El término de perturbación en los modelos 3a y 3b también presenta autocorrelación temporal, puesto que una de las dimensiones del problema es la temporal. La extra-variabilidad espacio-temporal debe controlarse, introduciendo dicha estructura en el modelo, so pena de que los errores estándar de los estimadores, y por tanto la inferencia, sea errónea (Greene, 2003).

Específicamente, la heterogeneidad ha sido capturada utilizando el efecto aleatorio asociado con el termino independiente ( $\alpha_{ijt}$ ). La dependencia temporal ha sido aproximada a través del camino aleatorio de orden uno, asociado al efecto aleatorio del parámetro de interés  $\beta_i$ .

Para la dependencia espacial hemos seguido el trabajo reciente de Lindgren *et al.* (2011) y especificamos una estructura Matérn (Stein, 1999) en una rejilla irregular (véase gráfico nº 1).

Las inferencias con el ajuste espacio-temporal se han realizado mediante el enfoque Bayesiano, usando el Integrated Nested Laplace (INLA) (Rue *et al.*, 2009; Schrödle y Held, 2011). El análisis se ha hecho con el software libre R (version 2.14.0) (R Development Core Team, 2011), a través de la librería INLA (The R-INLA project, 2011; Rue *et al.*, 2009).

### 3. RESULTADOS

En el modelo final no hemos incluido la variación por el nivel anual ni en el término independiente ni en el coeficiente de interés ya que no ha mostrado variaciones significativas. Suponemos que esto es debido a que la variación del tiempo ya queda recogida en la especificación el modelo. En el modelo 3a, que recoge la convergencia en PIB per cápita, tanto el término independiente como el coeficiente  $\beta$ , varían por país ( $\alpha_i$ ,  $\beta_i$ ), ya que por región y tiempo no han mostrado una variación significativa. No obstante, en el modelo de productividad (3b), el término independiente sí que ha mostrado variación significativa tanto por región como por país, mientras que el coeficiente  $\beta$  solo por país ( $\alpha_{ij}$ ,  $\beta_j$ ).

Los resultados de la estimación de los modelos se han recopilado en los cuadros nº 2 y 3. Tal y como se ha explicado anteriormente, el coeficiente clave en este análisis

sis es la  $\beta$ . Con lo referido al modelo del PIB per cápita (PPA) hemos encontrado convergencia entre los países de la euro zona, ya que el coeficiente es negativo, -1,43% y estadísticamente significativo (el intervalo de confianza al 95% no contiene el cero). La estimación del modelo nos muestra qué variables explicativas tienen un efecto (estadísticamente) significativo sobre la tasa de variación del PIB per cápita. En este caso la densidad de población (0,16%), la Formación bruta de capital fijo (0,08%), la tasa de actividad femenina (0,53%), la balanza comercial (0,19%) y la tasa de gasto público (0,76%) tienen un efecto positivo, mientras que el empleo de alta tecnología (-0,15%) tiene un efecto negativo sobre la tasa de variación del PIB per cápita.

En el modelo correspondiente al nivel de productividad, no obstante, encontramos divergencia entre los países de la euro zona. En este caso el coeficiente de interés ( $\beta$ ) es positivo, 5,02%, y estadísticamente significativo. Las variables explicativas que afectan al nivel de productividad de forma positiva son la densidad de población (10,22%), el porcentaje de estudiantes universitarios (1,65%), la Formación Bruta de Capital fijo (0,24%), las importaciones (17,14%) y la balanza comercial (1,09%), mientras que el empleo de alta tecnología (-1,93%), la tasa de desempleo (-5,98%), la tasa de desempleo juvenil (-1,77%), la tasa de actividad femenina (-12,08%) y las exportaciones (-21,77%) tienen un efecto negativo sobre el nivel de productividad.

En el cuadro nº 3, se muestra la media y el intervalo de confianza al 95% de los efectos aleatorios de cada modelo. El cuadro muestra en qué países, regiones o años ha habido variaciones significativas. Por lo que se refiere al modelo de PIB per cápita hemos dejado que haya variación a nivel de país tanto en el término independiente como en el coeficiente  $\beta$ . Para el primero ( $\alpha_i$ ) no encontramos ninguna variación significativa, mientras que para el ( $\beta_i$ ) encontramos variación significativa en los siguientes países: Bélgica, Estonia, Italia y Luxemburgo. Siguiendo en este modelo, en la especificación hemos ajustado el modelo temporalmente, en este caso vemos que los años que son estadísticamente significativos son de 1996 a 2004 y de 2006 a 2008.

Para el modelo de productividad, hemos dejado que varíe en el nivel de región y país para el término independiente, mientras que para el coeficiente  $\beta$  solo varía por país. Los resultados nos muestran que para el término independiente por región ( $\alpha_i$ ) las regiones que varían son Wien (Austria), Prov. Antwerpen (Bélgica), Prov. Hainaut (Bélgica), Prov. Limburg (Bélgica), Prov. Namur (Bélgica), Prov. Oost-Vlaanderen (Bélgica), Reg. Bruxelles-Cap. (Bélgica), Corse (Francia), Île de France (Francia), Nord-Pas-de-Calais (Francia), Braunschweig (Alemania), Bremen (Alemania), Chemnitz (Alemania), Darmstadt (Alemania), Hamburg (Alemania), Lüneburg (Alemania), Münster (Alemania), Oberbayern (Alemania), Thüringen (Alemania), Dytiki Ellada (Grecia), Notio Aigaio (Grecia), Sterea Ellada (Grecia), Basilicata (Italia), Campania (Italia), Lazio (Italia), Flevoland (Holanda), Gelderland (Holanda), Groningen (Holanda), Centro (Portugal), Norte (Portugal), Bratislavský kraj (Eslo-

vaquia), Stredné Slovensko (Eslovaquia), Západné Slovensko (Eslovaquia), Comunidad de Madrid (España), mientras que por país ( $\alpha_j$ ) varían significativamente Finlandia, Luxemburgo y Eslovaquia. Por lo que se refiere al coeficiente ( $\beta_j$ ), encontramos variación significativa en Estonia, Francia, Alemania, Grecia, Italia, Malta y Eslovaquia. Debido al ajuste temporal, vemos que los años en que encontramos variación son de 2000 a 2003 y de 2006 a 2008.

Los gráficos nº 2a y 2b recogen los resultados de la estimación del modelo. Se puede observar la evolución de PIB per cápita y la productividad, respectivamente, en términos de convergencia, para cada país. Para el modelo de PIB per cápita, podemos ver una tendencia común a la convergencia hasta 2003. A partir de este momento, empieza una tendencia a divergir para la mayoría de países de la euro zona. Por los que se refiere al modelo de productividad vemos también una senda común de convergencia pero que a partir de 2003 se suaviza y se puede ver algún país que diverge. Es importante también en este último modelo, el nivel de productividad de cada país, donde vemos que es diferente entre los países considerados centrales y los considerados periféricos.

#### 4. CONCLUSIONES

De los resultados empíricos de nuestro análisis, encontramos convergencia (estadísticamente) significativa en PIB per cápita entre los países de la euro zona. No obstante, no encontramos esta convergencia en términos de productividad; es más, estimamos una divergencia (estadísticamente) significativa. Por lo tanto, se puede decir que los países de la euro zona convergen en PIB per cápita, mientras que divergen en productividad.

La utilización de la convergencia condicionada en la especificación del modelo, nos permite ver qué variables explicativas afectan significativamente al PIB per cápita y a la productividad. En cuanto al PIB per cápita, tenemos que éste se ve afectado positivamente por un aumento del gasto público, de la tasa de actividad femenina, de una mejora en la balanza comercial, de un aumento de densidad de población y de un aumento en la Formación bruta de capital fijo (ordenados de mayor a menor efecto). No obstante, y paradójicamente un aumento en el empleo de alta tecnología tiene un efecto negativo sobre el PIB per cápita.

En relación al segundo modelo, las variables que afectan positivamente al nivel de productividad son un aumento en las importaciones, en la densidad de población, un incremento en la tasa de estudiantes universitarios, una mejora de la balanza comercial y un aumento en la Formación bruta de capital fijo. Por otra parte tenemos las variables que tienen un efecto negativo sobre la productividad como un aumento de las exportaciones, un aumento en la tasa de actividad femenina, un incremento de la tasa de desempleo (total y juvenil) y un aumento en el empleo de alta tecnología.

A partir del comportamiento del parámetro, se debe destacar que las pautas de convergencia (PIB per cápita) y de divergencia (productividad) se producen sólo a escala de país, confirmando nuestra hipótesis de que son las pautas a escala de país las que conducen a la hipotética convergencia. El comportamiento desfavorable de la productividad se debe, sin duda, a un diferente comportamiento de la población activa. En el caso de España, por ejemplo, durante los últimos años ha crecido la población activa, un hecho que no ha venido acompañado de un aumento más que proporcional de la producción, debido a la concentración de la economía en el sector de la construcción como motor económico y a la poca inversión en I+D. Por el contrario, otros países, como Alemania, han visto crecer su población activa, pero al mismo tiempo también sus inversiones en I+D y sus exportaciones, cosa que ha permitido que aumentara la productividad.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BAE, K. and BAILEY, W. (2003) *The Latin Monetary Union: Some Evidence on Europe's Failed Common Currency*, Korea and Cornell University.
- BAGUS, P. (2010) *The Tragedy of the Euro*, Ludwig von Mises Institute, Auburn, Alabama.
- BARCELÓ, MA., SAEZ, M., y SAURINA, C. (2009) «Spatial variability in mortality inequalities, socioeconomic deprivation, and air pollution in small areas of the Barcelona Metropolitan Region, Spain». *Science of the Total Environment*, 407:21, 5501-23.
- BARRO, R. Y SALA-I-MARTIN, X. (1991) *Economic Growth*, Boston: The MIT Press.
- (1992) «Convergence», *Journal of Political Economy*, 100: 2, 223-51.
- BAUMOL, WJ. (1986) «Productivity growth, convergence, and welfare: What the long run data show», *The American Economic Review*, 76: 5, 1072-85.
- BECKER, G., PHILLIPSON, T. y SOARES, R. (2003) «The quantity and quality of life and the evolution of world inequality». *NBER Working Paper Series*, 2003, No. 9765.
- BUTI, M. y SAPIR, A. (1998) *Economic Policy in EMU*, Oxford, Clarendon Press.
- DE LA FUENTE, A. (1997) «The empirics of growth and convergence: A selective review», *Journal of Economic Dynamics and Control*, Elsevier, Vol. 21: 1, 23-73.
- DELORS, J. (1989) «Report on economic and monetary union in the European Community», Committee for the Study of Economic and Monetary Union, Working Document.
- GREENE, WH. (2003) *Econometric Analysis*, Upper Saddle River, New Jersey: Pearson Education, fifth edition.
- HEIN, E. y TRUGER, A. (2002) «European Monetary Union: Nominal Convergence, Real Divergence and Slow Growth?», *WSI Discussion Paper*, 107.
- LAWSON, AB., BROWNE, WJ. y VIDAL-RODEIRO, CL. (2003) *Disease mapping with WinBUGS and MLwiN*, John Wiley & Sons, Chichester.
- LINDGREN, F., RUE, H. y LINDSTRÖM, J. (2011) «An explicit link between Gaussian fields and Gaussian Markov random fields: the stochastic partial differential equation approach (with discussion)». *Journal of the Royal Statistical Society, Series B*, 73: 4, 423-98. [Available at: [http://www.rss.org.uk/uploadedfiles/userfiles/files/Lindgren\\_16\\_March\\_2011.pdf](http://www.rss.org.uk/uploadedfiles/userfiles/files/Lindgren_16_March_2011.pdf) acceso el 25 de junio de 2011].

- LIPINSKA, A. (2008) «The Maastricht Convergence Criteria and Optimal Monetary Policy for the EMU Accession Countries», *European Central Bank Working Paper Series*.
- MARELLI, E. y SIGNORELLI, M. (2010) «Institutional, nominal and real convergence in Europe», *Banks and Bank Systems*, 5, Issue 2.
- MANKIW, N., ROMER, D. Y WEIL, D. (1992) «A Contribution to the Empirics of Economic Growth», *Quarterly Journal of Economics*, 108.
- MANKIW, N. (1995) «The Growth of Nations», *Brookings Papers on Economic Activity*, 1, 275-326.
- PAAS, T., KUUSK, A., SCHLITTE, F. y VÖRK, A. (2007) «Econometric analysis of income convergence in selected EU countries and their nuts 3 level regions», *University of Tartu*.
- QUAH, D. (1993) «Galton's Fallacy and the Convergence Hypothesis», *Scandinavian Journal of Economics*, 95, 427-43.
- (1996) «Empirics for economic growth and convergence», *European Economic Review*, 40, pp. 1353-75.
- R DEVELOPMENT CORE TEAM (2011) «R: A language and environment for statistical computing». Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing, ISBN 3,900051,07,0 [Available at: <http://www.R-project.org> acceso 25 Junio de 2011].
- RUE, H., MARTINO, S. Y CHOPIN, N. (2009) «Approximate Bayesian inference for latent Gaussian models by using integrated nested Laplace approximations (with discussion)», *Journal of the Royal Statistical Society, Series B*, 71, pp. 319-392 [Available at: <http://www.math.ntnu.no/~hrue/r,inla.org/papers/inla,rss.pdf> acceso el 25 de junio de 2011].
- Sala-i-Martin, X. (1996) «Regional cohesion: Evidence and theories of regional growth and convergence», *European Economic Review*, 40:6, 1325-52.
- SCHRÖDLE, B. y HELD, L. (2011) *A premier on disease mapping and ecological regression using INLA*. [<http://www.r.inla.org/papers>].
- STEIN, M. (1999) *Statistical Interpolation of Spatial Data: Some Theory for Kriging*. New York: Springer.
- The R-INLA project [<http://www.r.inla.org/> acceso 25 de junio de 2011].
- UNGERER, H. (1997) *A concise history of European monetary integration: from EPU to EMU*, Quorum Books, United Kingdom.

**Cuadro nº 1. RESULTADOS DE LA ESPECIFICACIÓN INICIAL DEL MODELO DE PIB PER CÁPITA**

$\alpha \backslash \beta$	Región	País	Tiempo
Región	0,00389 (0,00082)	0,00343 (0,00057)	0,00449 (0,00084)
País	0,01950 (0,00578)	0,01048 (0,00613)	0,02239 (0,00540)
Región País	0,00356 (0,00068) 0,01919 (0,00580)	0,00332 (0,00055) 0,01066 (0,00627)	0,00351 (0,00058) 0,02165 (0,00554)

<sup>1</sup>media; <sup>2</sup>desviación estándar.

Fuente: Elaboración propia.

**Cuadro nº 1b. RESULTADOS DE LA ESPECIFICACIÓN INICIAL DEL MODELO DE PRODUCTIVIDAD**

$\alpha \backslash \beta$	Región	País	Tiempo
Región	0,15273 (0,01232)	0,14702 (0,01106)	0,15781 (0,01182)
País	0,27531 (0,05980)	0,26963 (0,06533)	0,2842 (0,06374)
Región País	0,12706 (0,01021) 0,26896 (0,05921)	0,12288 (0,0096) 0,26178 (0,06073)	0,12655 (0,00986) 0,27578 (0,06199)

<sup>1</sup>media; <sup>2</sup>desviación estándar.

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro nº 2. **RESULTADOS DE LA ESTIMACIÓN DE LOS MODELOS FINALES**

Variables dependientes	Tasa de variación anual del PIB per cápita	Productividad
$\alpha$	-0,1483(0,0824;0,2146) <sup>1</sup>	4,0283(3,6033;4,4488)
$\beta$	-0,01428(-0,0212;-0,0075)	0,0502(0,0299;0,0717)
Efectos fijos:		
Density	0,0016(0,0003;0,0029)	0,1022(0,0779;0,1262)
Emphpt	-0,0015(-0,0023;0,0007)	-0,0193(-0,0308;-0,0078)
Sec	-0,0016 (-0,0036;0,0003)	0,00464(-0,0039;0,0132)
Univ	0,0017(-0,0008;0,0043)	0,0165(0,0044;0,0286)
Unemploy	-0,0007(-0,0049;0,0034)	-0,0598(-0,0792;-0,0404)
Gc	0,0008(0,0004;0,0013)	0,0024(0,0011;0,0038)
Youngunemploy	-0,0012(-0,0046;0,0022)	-0,0177(-0,0272;-0,0082)
Empf	0,0053(0,0026;0,0080)	-0,1207(-0,1966;-0,0449)
Exports	0,0090(-0,0539;0,0353)	-0,2177(-0,3674;-0,0681)
Imports	0,0175(-0,0279;0,0638)	0,1715(0,0178;0,3253)
Bpg	0,0019(0,0006;0,0032)	0,0109(0,0068;0,0150)
Pub exp	0,0076(0,0022;0,0129)	-0,0136(-0,0471;0,0199)
Desviación estándar de los efectos aleatorios:		
Heterogeneidad	0,02370(0,00038) <sup>2</sup>	0,05252(0,00098)
$\alpha_i$		0,12288(0,00960)
$\alpha_j$	0,01036(0,00614)	0,26178(0,06073)
$\beta_j$	0,00359(0,00069)	0,03839(0,00815)
DIC	-10390,50	-4976,89
Numero efectivo de parámetros	120,43	216,06
-log(mean(cpo))	-2,2909	-1,4639

<sup>1</sup> media (intervalo de confianza al 95%); <sup>2</sup> media (desviación estándar); El intervalo de confianza al 95% no contiene el cero (estadísticamente significativo).

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro nº 3. EFECTOS ALEATORIOS

Desviación estándar de los efectos aleatorios	Tasa de variación anual del PIB per cápita	Productividad
$\alpha_i$		<p>Wien (Austria) 0,15399(0,02164;0,28854)<sup>1</sup></p> <p>Prov. Antwerpen (Bélgica) 0,15796(0,06302;0,25219)</p> <p>Prov. Hainaut (Bélgica) -0,18623(-0,28462;-0,0875)</p> <p>Prov. Limburg (Bélgica) -0,10737(-0,20475;-0,00965)</p> <p>Prov. Namur (Bélgica) -0,11702(-0,21302;-0,02134)</p> <p>Prov. Oost-Vlaanderen (Bélgica) -0,1224(-0,2153;-0,0293)</p> <p>Reg. Bruxelles-Cap. (Bélgica) 0,48126(0,37368;0,59132)</p> <p>Corse (Francia) 0,2336(0,05154;0,40897)</p> <p>Île de France (Francia) 0,20213(0,07608;0,3230)</p> <p>Nord- Pas-de-Calais (Francia) -0,14438(-0,26105;-0,02681)</p> <p>Braunschweig (Alemania) 0,11188(0,01341;0,20887)</p> <p>Bremen (Alemania) 0,13452(0,02482;0,24235)</p> <p>Chemnitz (Alemania) -0,18381(-0,28255;-0,07862)</p> <p>Darmstadt (Alemania) 0,21245(0,11437;0,30582)</p> <p>Hamburg (Alemania) 0,25559(0,1374;0,37128)</p> <p>Lüneburg (Alemania) -0,14496(-0,24358;-0,04911)</p> <p>Münster (Alemania) -0,10916(-0,2070;-0,00875)</p> <p>Oberbayern (Alemania) 0,19398(0,06594;0,31537)</p> <p>Thüringen (Alemania) -0,24079(-0,34733;-0,12543)</p> <p>Dytiki Ellada (Grecia) -0,12867(-0,23126;-0,02506)</p> <p>Notio Aigaio (Grecia) 0,14836(0,00925;0,28255)</p> <p>Stereia Ellada (Grecia) 0,20029(0,08561;0,31216)</p> <p>Basilicata (Italia) 0,12398(0,01521;0,23306)</p> <p>Campania (Italia) -0,16829(-0,29283;-0,03993)</p> <p>Lazio (Italia) 0,14626(0,02606;0,26242)</p> <p>Flevoland (Holanda) -0,17237(-0,26205;-0,08308)</p> <p>Gelderland (Holanda) -0,10964(-0,20154;-0,01662)</p> <p>Groningen (Holanda) 0,27741(0,18279;0,37202)</p> <p>Centro (Portugal) -0,15297(-0,27186;-0,03426)</p> <p>Norte (Portugal) -0,23951(-0,38096;-0,09578)</p> <p>Bratislavský kraj (Eslovaquia) 0,32145(0,17368;0,46991)</p> <p>Stredné Slovensko (Eslovaquia) -0,13823(-0,27265;-0,0066)</p> <p>Západné Slovensko (Eslovaquia) -0,15018(-0,28261;-0,01819)</p> <p>Comunidad de Madrid (España) 0,21528(0,07749;0,3433)</p>
$\alpha_\varphi$	No hay ninguna variación significativa	<p>Finlandia 0,32433(0,04194;0,63098)</p> <p>Luxemburgo 0,71916(0,40021;1,05833)</p> <p>Eslovaquia -0,36374(-0,61412;-0,12186)</p>

.../...

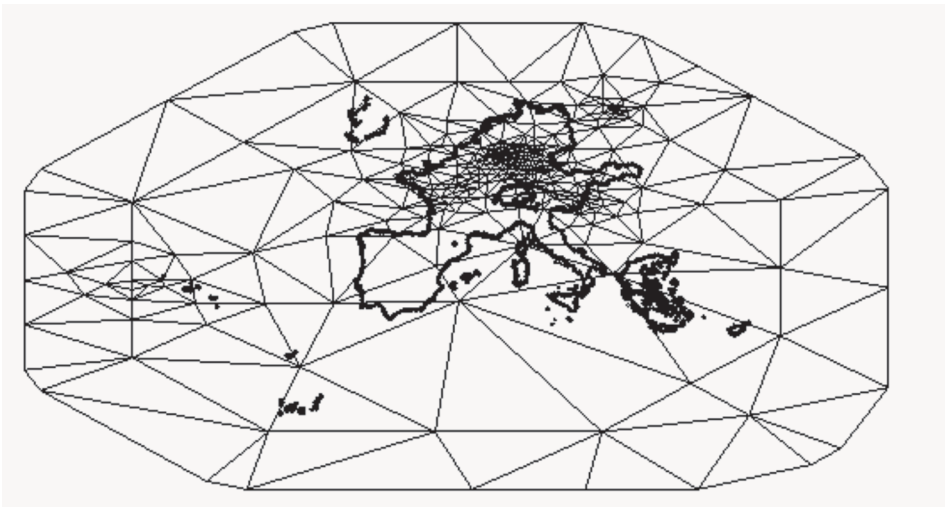


$\beta_{\varphi}$	Bélgica -0,00285(-0,00554;-0,00001) Estonia 0,00445(0,00105;0,0078) Italia -0,00270(-0,00526;-0,00013) Luxemburgo 0,00322(0,00024;0,00619)	Estonia 0,08354(0,04867;0,12045) Francia -0,02061(-0,04113;-0,00086) Alemania -0,03202(-0,05234;-0,01246) Grecia 0,08333(0,04211;0,12777) Italia -0,03122(-0,05183;-0,01132) Malta -0,05617(-0,09058;-0,02365) Eslovaquia 0,04103(0,01627;0,06617)
$\gamma$ year	1996 0,0111(0,00276;0,01944) 1997 0,0221(0,01383;0,03037) 1998 0,01642(0,00838;0,02447) 1999 0,0059(0,002;0,00980) 2000 0,02173(0,01786;0,0256) 2001 -0,00851(-0,01248;-0,00454) 2002 -0,01185(-0,01596;-0,00774) 2003 -0,03587(-0,04011;-0,03163) 2004 -0,00638(-0,01067;-0,00209) 2006 0,01183(0,00746;0,0162) 2007 0,00987(0,00537;0,01439) 2008 -0,03207(-0,03745;-0,02668)	2000 -0,08401(-0,10901;-0,06117) 2001 -0,06541(-0,09021;-0,04234) 2002 -0,04580(-0,07069;-0,02258) 2003 -0,04743(-0,00731;-0,02393) 2006 0,07455(0,04862;0,09882) 2007 0,11041(0,08399;0,13528) 2008 0,12328(0,095053;0,15017)

<sup>1</sup> media (intervalo de confianza al 95%).

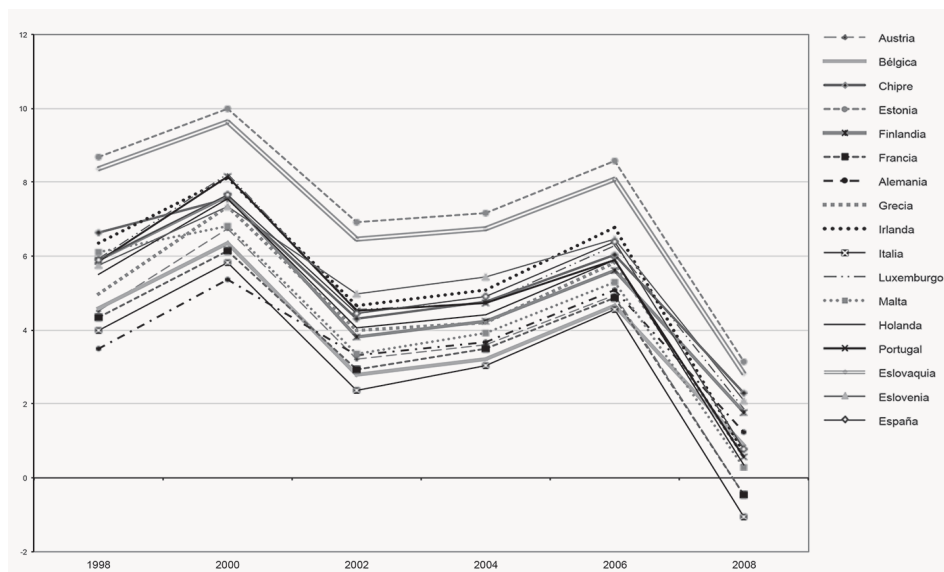
Fuente: construcción propia.

Gráfico nº 1. **TRIANGULACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO (EURO ZONA)**



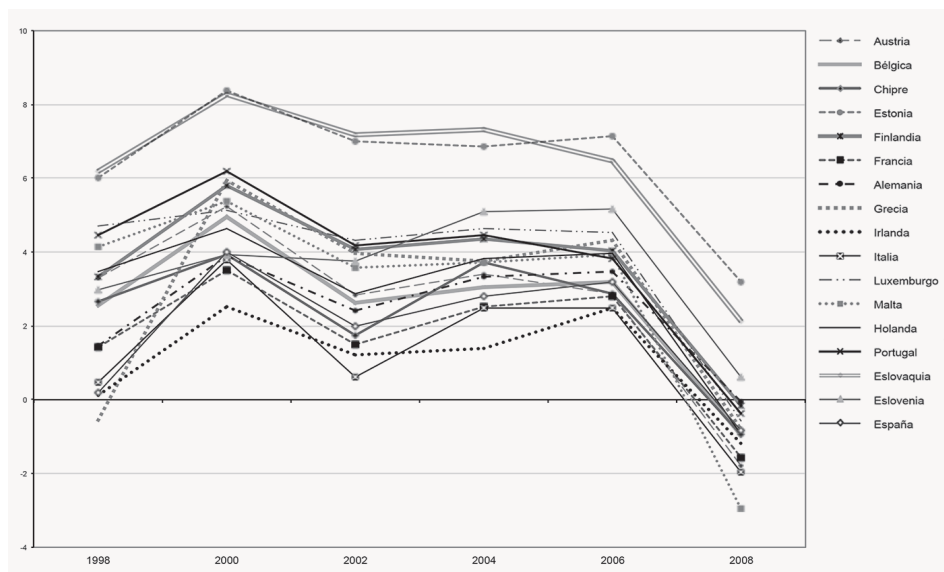
Fuente: Elaboración propia.

Gráfico nº 2a. **EVOLUCIÓN DE LA TASA DE VARIACIÓN ANUAL DEL PIB PER CÁPITA DE CADA PAÍS ESTIMADA POR EL MODELO (VALORES ESPERADOS)**



Fuente: Construcción propia.

Gráfico nº 2b. **EVOLUCIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD DE CADA PAÍS ESTIMADA POR EL MODELO (VALORES ESPERADOS)**



Fuente: Construcción propia.